

**RAKENNEKALKITUKSEN VAIKUTUS PAKKALANJÄRVEN
FOSFORIKUORMITUKSEEN**

RAKAVA-hanke



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maaseutuelinkeinot

kevät 2019

Raita Markula

Maaseutuelinkeinot
Mustiala

Tekijä	Raita Markula	Vuosi 2019
Työn nimi	Rakennekalkituksen vaikutus Pakkalanjärven fosforikuormitukseen	
Työn ohjaaja/t	Heikki Pietilä	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia rakennekalkitusta toimenpiteenä ja sen vaikutuksia maanviljelyyn ja ympäristöön, etenkin vesistöihin. Työn toimeksiantajana toimii RAKAVA-hanke, joka tutkii kalkituskokeilla rakennekalkituksen vaikutusta Kangasalalla sijaitsevan Pakkalanjärven fosforikuormitukseen.

Työ koostuu kolmesta osasta: aineistopohjaisesta teoriaosuudesta, hankkeeseen osallistuneiden viljelijöiden haastatteluista, ja näiden kahden pohjalta koottavasta tietopaketesta, jonka tarkoitus on tuoda tietoa rakennekalkituksesta viljelijöille. Tämä tietopaketti on tarkoitettu julkaistavaksi erikseen, jotta se on helposti kaikkien kiinnostuneiden saatavilla.

Lisäksi työhön sisältyy pintapuolinen analyysi hankkeen tuloksista. Hanke ei tuottanut toivottuja lopputuloksia, mutta antaa kuitenkin pohjaa ja toteutusmallia tuleville vastaaville kokeille.

Avainsanat rakennekalkitus, fosforin huuhtoutuminen, maan rakenne, savimaat

Sivut 33 sivua, joista liitteitä kahdeksan sivua

Agricultural and rural sciences
Mustiala

Author	Raita Markula	Year 2019
Subject	The effect of structural liming on the phosphor load in lake Pakkalanjärvi	
Supervisor	Heikki Pietilä	

ABSTRACT

This thesis is mainly about structural liming and its effects on soil, farming and the environment. It was commissioned by the RAKAVA project, whose aim is to research the effect of structural liming in lake Pakkalanjärvi in Kangasala.

There are three parts to this thesis: a theoretical part based on literary sources, interviews of the farmers who participated in the project, and an information package aimed for farmers based on the two previous sections. This information package is the main product of the thesis and will be published individually in order to provide easily accessible information on the subject.

At the end of this thesis there is also a brief analysis of the results from the project. They were not exactly as clear as hoped, but this project gives a good basis for future experiments.

Keywords structural liming, phosphor erosion, soil structure, clay soils

Pages 33 pages including appendices eight pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	RAKENNEKALKITUS TOIMENPITEENÄ.....	2
2.1	Vaikutukset.....	2
2.1.1	Maan rakenne ja viljely.....	2
2.1.2	Ympäristö.....	4
2.2	Käytännön toteutus.....	5
2.2.1	Soveltuvuus	5
2.2.2	Ajoitus ja toteutus	7
2.2.3	Talous.....	7
3	TIETOJA HANKKEEN ETENEMISESTÄ JA ALUEESTA.....	10
3.1	Pakkalanjärven alue	10
3.2	Tähänastiset toimet ja tulokset.....	11
3.3	Alueen maaperä ja viljelytausta	13
4	HANKKEESEEN OSALLISTUNEIDEN KOKEMUKSIA.....	14
4.1	Viljelijä 1	14
4.2	Viljelijä 2	15
4.3	MTY Hampaala/Urko	16
4.4	Rakennekalkin levityksen tehnyt urakoitsija.....	17
4.5	Pakkalanjärven suojeluyhdistys	18
5	PÄÄTELMIÄ HANKKEEN TULOKSISTA	19
5.1	Kevään 2019 viljavuusnäytteiden tulokset	19
5.2	Vedenlaadun kehitys.....	20
5.3	Kokonaisarvio hankkeesta.....	20
6	RAKENNEKALKITUKSEN TYÖVIHKO	21
	LÄHTEET	22

Liitteet

Liite 1	Rakennekalkituksen työvihko
Liite 2	Maanäytteet syksy 2017
Liite 3	Maanäytteet kevät 2019
Liite 4	Viimeisimmän vesinäytteen tulokset

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii RAKAVA – Rakennekalkituksen vaikutus Pakkalanjärven fosforikuormitukseen-hanke. Se on ympäristöministeriön kärkihanke, jonka toteuttajina ovat Pakkalanjärven suojeluyhdistys, paikalliset viljelijät, ELY-keskus ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Hankkeen kanssa yhteistyössä toimivat myös Hämeen Ammattikorkeakoulu (HAMK), SAVE-hanke ja ProAgria. Hankkeen projektipäällikkönä toimii Juho Urkko, joka on myös yksi alueen viljelijöistä.

Hankkeen tarkoituksena on tutkia vesistöön huuhtoutuvan fosforin määrää ja rakennekalkituksen vaikutusta siihen. Se on ensimmäinen tässä laajuudessa Suomessa tehtävä rakennekalkitusta koskeva tutkimus, Ruotsissa aihetta on jo melko laajalti tutkittu. Tutkimus tehdään kahden ojan, Loukkaanojan ja Hampaalanojan, valuma-alueelta.

Hanke alkoi 1.7.2017 ja sen on tarkoitus valmistua vuoden 2019 loppuun mennessä. Kesällä 2017 tehtiin suunnittelu- ja verkostoitumistyötä. Vuoden 2017 syksystä 2018 kevääseen kartoitettiin lähtötilanne maa- ja vesinäytteitä analysoimalla. Syksyllä 2018 suoritettiin itse rakennekalkitus, ja kevään ja kesän 2019 aikana otetaan uudet maa- ja vesinäytteet, analysoidaan ne ja verrataan niitä lähtötilanteeseen.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on perehtyä rakennekalkituksen teoriaan ja käytäntöön, ja koota tiivis ja luotettava tietopaketti aiheesta viljelijöiden käyttöön. Lähteinä käytetään pääasiassa alan kirjallisuutta, tämän ja vastaavien hankkeiden julkaisuja ja hankkeessa mukana olleiden viljelijöiden kokemuksia. (Urkko, n.d.)

2 RAKENNEKALKITUS TOIMENPITEENÄ

2.1 Vaikutukset

Oikein toteutettuna rakennekalkituksella voi olla huomattavankin suuri vaikutus sekä pellon viljeltävyyteen että ympäristön kuormitukseen. Tärkeimmät vaikutustavat ovat maan rakenteen parantuminen ja maan pH:n nousu, ja sitä kautta fosforin huuhtoutumisen väheneminen ja saattaminen paremmin kasvien käyttöön.

2.1.1 Maan rakenne ja viljely

Maan rakenteella tarkoitetaan maa-aineksen hiukkasten muodostamia keskinäisiä sidoksia ja näiden sidosryhmien kokoa, vakautta ja huokoisuutta. Hyvä maan rakenne on sellainen, että maata on helppo muokata, se läpäisee vettä, kantaa hyvin eikä liety. Silloin myös kasveilla on hyvät edellytykset kasvuun. (Heinonen, Hartikainen, Aura, Jaakkola & Kemppainen, 2001, s. 90-93)

Savimaassa maan perushiukkaset ovat todella pieniä, halkaisijaltaan alle kaksi mikrometriä, joten kestävä mururakenteen muodostuminen on maan toiminnan kannalta erittäin tärkeää. Jos maassa ei ole lainkaan mururakennetta, ei siihen muodostu myöskään huokosia, joissa vesi kulkee pois pellon pinnalta ja joihin se varastoituu kasvien käyttöön. (Alakukku, Pietola 2002, s.11-13)

Jotta savimaahan voi syntyä mururakennetta ensinkään, tulee maan savepitoisuuden olla yli 15 % ja maan tulisi päästä ajoittain kuivumaan, jotta sidoksia muodostuisi ja ne vakiintuisivat. Myös orgaanista ainesta olisi hyvä olla maaperässä, sillä pelkästään saveshiukkasten muodostama mururakenne on hauras. Orgaaninen aines tuo muruihin kestävyttä ja ruokkii maan mikrobeja, joiden erittämät aineet edelleen lujittavat rakennetta. Maan koostumuksen lisäksi muokkaustapa ja -tiheys vaikuttavat maan rakenteen lujuuteen: usein ja rajusti muokatun maan rakenne on paljon kovemmalla koetuksella kuin kevyesti muokatun tai kokonaan muokkaamattoman. (Alakukku, Soinne, Mylly, 2017, s.20-23)

Savihiukkasella on negatiivinen sähköinen varaus, joten se muodostaa helposti kationisidoksia maassa olevien positiivisten kationien, kuten kalsiumin, raudan tai natriumin kanssa. Nämä kationisidoksilla toisiinsa liittyneet hiukkaset takertuvat vuorostaan yhteen muodostaen isompia maamuruja, mutta tässä takertumisessa olennaista on sidoksessa olevan kationin rakenne: kaksi- ja kolmiarvoiset kationit, kuten kalsium ja rauta, muodostavat lujia sidoksia, kun taas yksiarvoiset, kuten natrium, sitovat savihiukkasen ympärille vettä, mikä hankaloittaa suurempien murujen muodostumista. (Alakukku, Pietola 2002, s.11-13)

Tavanomainen kalkitusaine sisältää yleensä joko kalsiumkarbonaattia (CaCO_3) tai kalsiummagnesiumkarbonaattia ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Jos magnesiumin määrä jälkimmäisessä ylittää 10 %, puhutaan dolomiittikalkista. Rakennekalkki sisältää näiden lisäksi poltettua kalkkia (CaO) tai sammutettua kalkkia ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), minkä ansiosta sen vaikutus on nopeampi ja tehokkaampi kuin tavanomaisen kalkin. Nopea vaikuttavuus asettaa kuitenkin rajoituksia käytölle: siinä missä tavallisen kalkitusaineen voi levittää vaikka talvella lumihangen päälle, rakennekalkki tulee muokata maahan mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. (Nordkalk n.d.)

Kalkitusaineiden tehoa voi vertailla niin kutsutun CaO-arvon perusteella. Se kuvaa aineen happoja neutralisoivaa vaikutusta, ja ilmoitetaan prosentteina. Esimerkiksi poltetun kalkin CaO-arvo on 90 %, sammutetun kalkin 70% ja kalkkikivijauhon noin 50%. CaO-arvo ei liity aineiden kemialliseen koostumukseen, vaan se riippuu nimenomaan niiden kyvystä neutraloida happoja, ja vesiliukoisuudesta. Rakennekalkissa on kalkkikivijauhetta (eli kalsiumkarbonaattia) ja joko poltettua tai sammutettua kalkkia. (Berglund ja Blomquist, 2015)

Näiden tietojen pohjalta voitaneen todeta, että rakennekalkitus on tehokas keino parantaa maan mururakennetta ja sitä kautta muita ominaisuuksia. Sen yhteydessä maahan tulee runsaasti kaksiarvoisia kalsiumkationeja, jotka muodostavat vahvan pohjan savimaan mururakenteelle. Lisäksi maaveteen liukeneva rakennekalkitusaine nostaa maan suolavahvuutta, mikä vaikuttaa samoin kuin kuivatus, eli poistaa vettä maahiukkasten ympäriltä saaden ne sitoutumaan tehokkaammin. (Alakukku ym. 2017, s.24)

Hyvä maan rakenne vaikuttaa paitsi maan muokkautuvuuteen, niin myös satotasoon, kun kasvit saavat juurensa paremmin syvälle maahan ja niille on vettä ja ravinteita maan huokosissa myös kuivina kausina. Sateella maan huokoisuus estää liettymistä, jotta kasvit eivät tukehdu. (Heinonen ym. 2001, s. 93)

Maan rakenteen lisäksi toinen viljelyyn ja satotasoihin vaikuttava tekijä Suomessa on maan happamuus. Maamme maaperä on luonnostaan hapan, ja pyrkii happamoitumaan entisestään. Tähän on syynä se, että Suomessa vuotuinen sade- ja sulamisvesimäärä on suurempi kuin pellolta haihtuvan veden määrä, mikä puolestaan johtaa siihen, että vesi suodattuu maaperän läpi alaspäin, vieden mukanaan kalsiumia ja muita aineita.

Voimakkaasti muokatulla pellolla tämä johtaa herkästi niin kutsuttuun podsoloitumiseen, jossa maan muokkauskerros on selvästi happamempi kuin sen alla oleva tiivis jankko, jonka läpi vesi ei niin herkästi vie ravinteita ja mineraaleja. Tästä syystä rakennekalkki tulee muokata maan normaaliin muokkaussyvyyteen, jotta sen pH:ta nostava vaikutus pääsee toimimaan koko tehollaan.

Myös typpilannoitus tai urean käyttö lannoitteena happamoittaa maata, kun niiden sisältämä ammoniumtyppi muuttuu nitraateiksi. Tämä yhdistettynä voimakkaaseen muokkaukseen ja avokesannointiin lisää maan happamuutta, ja jos lannoitus ei ole tasapainossa, myös sadon mukana poistuu happamoitumista estäviä aineita, kuten kalsiumia, magnesiumia ja kaliumia. (Elonen, 1991, s. 10-12)

Rakennekalkituksen pH:ta nostava vaikutus perustuu maan happojen neutralointiin. Yleisemmin käytetyn sammutetun kalkin tapauksessa tämä tarkoittaa sitä, että kalkkimolekyylä $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hajoaa maassa kalsiumioniksi Ca^{2+} ja kahdeksi hydroksidi-ioniksi OH^- . Hydroksidi-ionit neutraloivat maassa olevia oksoniumioneita, H_3O^+ , muodostaen vettä, joka on molekyylinä neutraali H_2O . Kalsiumioni puolestaan sitoutuu maahiukkasten pinnalle syrjäyttäen vetyioneja, jotka edellä kuvatun reaktion kautta neutraloituvat maanesteessä. (Autio ja Lallukka, 1986, s. 87-88)

Maan pH:n nousu vaikuttaa satotasoihin yleensä positiivisesti, kun kasvien fosforin otto paranee, maan pieneliötoiminta vilkastuu ja myrkylliset aineet, kuten kasvien juuriston kasvua haittaava alumiini ja lehtiä vaurioitava mangaani, pidättyvät maahan eivätkä päädy kasvien soluihin. Ennen kalkitusta kannattaa kuitenkin tutkia maan pH:n lähtötaso, sillä liian korkea pH heikentää kasvien hivenravinteiden ottoa ja voi johtaa puutoksiin. (Heinonen ym. s. 205-207) Savimailla useimmille kasveille sopiva pH on 6,0 – 6,7, riippuen maan multavuudesta. Runsasmultaisilla mailla pH saa olla alempi kuin vähämultaisilla, sillä multavissa maissa on vähemmän kasveille myrkyllisiä aineita. (Rajala, 2005) Vaateliaampien kasvien, kuten sokerijuurikas, mallasohra ja palkokasvit, pH-suositus savimailla on korkea 7, soke-rijuurikkaalla jopa arveluttavan korkea viljavuusluokka 7,4. (Nordkalk, 2014)

Savimaiden pH-tavoite on yleensä korkeampi kuin eloperäisemmillä mailla. Savimaalla tavoiteltava arvo on lähellä neutraalia, 6,3-7. Toisessa ääripäässä on turvemaa, jonka pH-suositus on 5,7-6,3. Muut maalajit sijoituvat savespitoisuuden mukaan tälle välille. Esimerkiksi hiesumaalla, joita suurin osa hankkeen pelloista on, tavoiteltava pH-arvo on 6,2-6,8. (Korkman, 1991, s. 32)

2.1.2 Ympäristö

Rakennekalkituksen tärkein ympäristöhyöty on fosforihuuhtoumien väheneminen pellolta vesistöön. Fosforia huuhtoutuu pellolta herkästi sade- ja tulvavesien mukana, ja vesistöihin joutuessaan se aiheuttaa rehevöitymistä, eli vesikasvien ja levien kasvun kiihtymistä. Fosforia myös varastoituu järvien pohjalle, ja jos rehevöityminen etenee tarpeeksi pitkälle, jolloin hajoava kasvusto kuluttaa vedestä kaiken hapen, varastoitunut fosfori alkaa vapautua veteen. Tätä nimitetään sisäiseksi kuormitukseksi. Rehevöityminen aiheuttaa paljon haittoja: happikato uhkaa kalakantoja etenkin

talvisin, ja leväkukinnat ja veden sameneminen haittaavat vesistön virkistyskäyttöä. (Peda.net n.d.)

Suuri osa fosforista huuhtoutuu nimenomaan maa-aineksen mukana. Liian happamassa maassa fosfori sitoutuu maahan kasveille käyttökelvottomassa muodossa, jolloin se lähtee maapartikkelien mukana liikkeelle, kun vesieroosio vie maata pois pellolta. Kalkitus nostaa maan pH:ta, jolloin fosfori muuttuu liukoiseen muotoon, ja kasvit saavat sitä paremmin käyttöönsä. Tämä sekä parantaa kasvien kasvua että vähentää lisälannoituksen tarvetta. Lisäksi maan mururakenteen paraneminen ja vakiintuminen kalkituksen myötä vähentää pellolta poistuvien maahiukkasten määrää. (Farmit n.d.)

Maan pH ei saisi kuitenkaan nousta liian korkeaksi, sillä liiallisen kalkituksen seurauksena typen ja rikin huuhtoutuminen maaperästä lisääntyvät, mikä tavallaan kumoo fosforin pidättymisen ympäristöhyödyt. (Rajala 2005) Typen ja rikin oksidit aiheuttavat vesistöjen happamoitumista, mikä johtaa kalakuolemiin ja kasvillisuuden muutoksiin etenkin virtaavissa vesissä. (Peda.net n.d.)

2.2 Käytännön toteutus



Kuva 1. Rakennekalkitusta RAKAVA-hankkeen pellolla

Lähdettäessä toteuttamaan rakennekalkitusta käytännössä, tulee ottaa huomioon monia asioita. Toimenpide ei välttämättä sovellu kaikille peltolohkoille, olosuhteet eivät joka vuosi ole oikeat, ja kalkituksen kannattavuus on hyvä laskea etukäteen, ottaen huomioon tarvittava kalusto, kalkitusaineen saatavuus ja siitä saatava mahdollinen hyöty.

2.2.1 Soveltuvuus

Ennen rakennekalkitusta on syytä tarkistaa tiettyjä asioita. Ensinnäkin toimenpiteen soveltuvuus kyseiselle pellolle: rakennekalkitus toimii vain savimaille, sillä kuten johdannossa todettiin, kalkki tarvitsee savipartikkeleita

reagoidakseen. Toinen tärkeä asia on pellon ojituksen toimivuus, sillä jos vesi ei pääse pois pelloilta, ei kalkituksella pysty juuri tilannetta korjaamaan. (Berglund ja Blomquist, 2015)

Rakennekalkitus eroaa tavanomaisesta maanparannuskalkituksesta siinä, että kalkitusaineessa on kalsiumkarbonaatin lisäksi poltettua tai sammutettua kalkkia, niin kutsuttuja reaktiivisia kalkkeja. Ne nopeuttavat ja tehostavat kalkituksen vaikutuksia maaperässä. Molemmat kalkitusaineet nostavat maan pH:ta, mikä saattaa valmiiksi korkean pH:n alueilla heikentää tilapäisesti kasvien hivenravinteiden ottoa. Tällöin kannattaa harkita maanparannusaineena kipsiä, joka ei vaikuta maan happamuuteen. (Nordling, 2019, s.35-39)

Kipsi sopii kuitenkin käytettäväksi vain mereen laskevien jokien valuma-alueilla, sillä sen sisältämät sulfaatit voivat järvisedessä alkaa vapauttaa järven pohjasta fosforia, jolloin rehevöityminen kiihtyy, ja fosforia peltoon sitova hyöty jää vähäiseksi. Kipsi voisi olla muuten parempi vaihtoehto korkean pH:n maille, sen vaikutus on yhtä nopea kuin rakennekalkinkin ja se sitoo ravinteita peltoon parantaen maan rakennetta. Kipsiä tarvitaan myös vähemmän, noin neljä tonnia hehtaarille siinä missä rakennekalkkia tarvitaan viisi tai enemmän, ja sitä syntyy teollisuuden sivutuotteena, kun taas rakennekalkki valmistetaan yleensä erikseen. Kipsi voisi siis olla taloudellisempikin, mutta toisaalta kipsikäsittelyn vaikutukset kestävät vain viisi vuotta, ja sillä ei ole todettu merkittäviä satotasoa nostavia vaikutuksia. (Ollikainen, Ekholm, Punttila, Ala-Harja, Riihimäki, Puroila, Kosenius ja Iho, 2018)

Rakennekalkituksen pH-vaikutus saattaa myös muuttaa pellon soveltuvuutta tietyille viljelykasveille. Yleisesti ottaen happamuus on kasveille kasvua heikentävä tekijä, sillä happamassa maassa on liuenneena enemmän kasveille haitallisia alumiinia ja mangaania, jotka aiheuttavat myrkytysoireita ja estävät tärkeiden ravinteiden, kuten fosforin, imeytymistä. Jotkin kasvit, kuten peruna ja nurmilauha, sietävät näitä aineita hyvin, mutta suurin osa viljelykasveista kärsii niistä. (Heinonen ym. 2001, s. 205-207)

Savimailla maan suositeltu pH on korkeampi kuin muilla maalajeilla, mikä puoltaa rakennekalkin käyttöä. Vähämultaisella savimaalla viljavuusluokan tyydyttävä-hyvä pH-suositus on 6,3-6,7. Tämä on jo hyvin lähellä neutraalia, ja kasvien hivenravinteiden, kuten mangaanin, sinkin ja raudan, saanti alkaa heikentyä jo pH:n noustessa yli kuuden, joten maan ravinnepitoisuutta ja kasvien terveyttä kannattaa seurata tarkkaan.

Tällaisessa tilanteessa kannattaakin pohtia, voisiko pellon multavuutta, eli orgaanisen aineen määrää pellossa, jotenkin lisätä, ja sitä kautta laskea pH-tavoitetta. Etenkin luomuun, ja sitä kautta orgaanisiin lannoitteisiin, siirryttäessä pellon pH-tavoite kannattaa arvioida uudelleen, sillä luomulannoitteet eivät väkilannoitteiden tapaan hapata maata, jolloin liian korkean pH:n haittavaikutukset voivat tulla esiin herkemmin. (Rajala, 2005)

Tapoja lisätä orgaanisen aineksen määrää maassa on monia. Kaikkein eniten orgaanista ainesta maassa lisää monivuotinen nurmi, jonka runsas juuristomassa sekä parantaa maan rakennetta että sitoo hiiltä ja maatuessaan nostaa maan multavuutta. Hankkeen pelloille tämä ei välttämättä ole kuitenkaan toimiva ratkaisu, sillä alueen broilerintuotannossa ei juuri ole käyttöä monivuotisille nurmille. Toinen hyvä keino on kerääjäkasvit. Niitä voi viljellä sekä aluskasvina että syksyllä pääkasvin korjuun jälkeen. Jos kerääjäkasvi talvehtii ja muokataan maahan vasta keväällä, se myös ehkäisee ravinteiden huuhtoutumista syysstateiden ja sulamisvesien mukana. Myös olkien tai muun pääkasvin kasvijätteen muokkaus maahan lisää orgaanista ainesta, mutta kasvattaa monien kasvitautien ja tuholaisten talvehtimisriskiä. (Peltonen, Känkänen, Salo ja Joonas, 2017, s. 44-49)

2.2.2 Ajoitus ja toteutus

Kalkituksen ajankohdaksi suositellaan loppukesää tai syksyä, kun sato on korjattu ja maan rakenne parhaimmillaan. Sopivimmat satokasvit ovat vähän kasvinjätettä jättäviä vahvoja kasvustoja. Ideaalitulanteessa maa on kuiva ja lämmin, ja sää tyyni ja sateeton. Jos kalkki levitetään huonoissa olosuhteissa, siitä ei välttämättä ole mitään hyötyä, joten jos syksyyn ei satu sopivia sääoloja, kannattaa toimenpide jättää suosiolla seuraavaan vuoteen.

Levityksen jälkeen kalkki tulee muokata maahan nopeasti ja tehokkaasti. Mielellään muokkaus tulisi tehdä heti, mutta viimeistään vuorokauden sisällä levityksestä. Muokkaukseen parhaat välineet ovat kultivaattori tai lautasmuokkain. Kyntö ei sovellu, sillä se ei sekoita maata ja siten levitä kalkkia tarpeeksi tasaisesti. Kalkki olisi hyvä sekoittaa maahan pellon normaaliin muokkaussyvyyteen asti. Parhaan tuloksen saamiseksi muokkaimella kannattaa ajaa vähintään kaksi kertaa eri suuntiin ja mahdollisesti vielä äestää. (Berglund ja Blomquist, 2015)

Rakennekalkitukseen käytettävää kalkitusainetta saa sekä kuivana että kosteana kalkkina. (Hankkija n.d.) Rakennekalkkia voi levittää samantyyppisellä kalustolla kuin tavanomaista kalkkiakin. Kalkinlevitysvaunu, pintalevittin tai kuivalantavaunu tarkkuuslevittimellä, jossa levityslautaset ovat erillään, ovat sopivia vaihtoehtoja. (Lantmännen n.d.).

2.2.3 Talous

Ruotsissa kalkitukseen saa LOVA-tukea, joka kattaa noin puolet kalkituksen kustannuksista. Suositeltu, ja myös tukeen vaadittu, vähimmäiskalkkimäärä siellä on viisi tonnia hehtaarille, mutta jäykillä savimailla kahdeksan tonnin ja jopa sitäkin korkeammilla annoksilla on saatu hyviä tuloksia. (Berglund ja Blomquist, 2015)

Suomessa rakennekalkkia suositellaan levitettäväksi seitsemän tonnia hehtaarille. Toimenpiteen vaikutukset kestävät jopa kymmenen vuotta. KM-lehti antaa kustannusarvioksi 200-600 euroa hehtaaria kohden, riippuen kalkitusaineen kuljetusetäisyydestä. Kalkitus voi nostaa pellon satotasoja jopa viisitoista prosenttia, joten toimenpide voi sopivilla mailla olla hyvinkin kannattava, vaikkei Ruotsin mallin mukaista tukea Suomessa maksettaisikaan. (Nordling, 2019) Nordkalk oy valmistaa rakennekalkkia Suomessa Sipoossa ja Tytyrissä. (Hankkija n.d.)

Ympäristöministeriön kevättalvella 2019 julkaisemassa uudessa vesien-suojelun tehostamisohjelmassa yhtenä teemana on maatalouden vesien-suojelun innovatiiviset menetelmät. Ohjelmassa tutkitaan ainakin kolmen maanparannusaineen vaikutuksia vesistöjen suojelussa: kipsin, rakennekalkin ja kuitulietteen. Rakennekalkin osalta ministeriö aikoo käynnistää T&K-hankkeen, jossa tutkitaan laajemmin sen vaikutuksia. (ym.fi n.d.) Tämä ei varsinaisesti vielä takaa, että toimenpidettä tultaisiin jatkossa tukemaan, mutta lisätutkimusten myötä, mikäli tulokset ovat toivottuja, tukiasia saattaa tulla myöhemmin ajankohtaiseksi.

Seuraavissa taulukoissa on havainnollistettu rakennekalkituksen taloudellista kannattavuutta. Taulukoiden lähtöoletuksena on rakennekalkituksen tarpeessa oleva (hapan, huonorakenteinen) pelto, jolla viljellään kauraa. Alkuperäisessä kunnossaan pellosto on saatu satoa taulukon 1. mukaan 3500 kiloa hehtaarilta, taulukon 2. mukaan 4000 kiloa hehtaarilta ja taulukon 3. mukaan 5000 kiloa hehtaarilta. Taulukoissa vertaillaan satotason nousun vaikutusta viljan hehtaarihintaan kolmella eri hintatasolla (hintarvio perustuu vyr.fi n.d.).

Taulukko 1. Lähtösato 3500 kg/ha, satotason nousut 10 %, 15 % ja 20 %

kg/ha €/t	3500	3850	4025	4200
150	525€	577,50€	603,75€	630€
175	612,50€	673,75€	709,10€	735€
200	700€	770€	805€	840€

Taulukko 2. Lähtösato 4000 kg/ha, satotason nousut 10 %, 15 % ja 20 %

kg/ha €/t	4000	4400	4600	4800
150	600€	660€	690€	720€
175	700€	770€	805€	840€
200	800€	880€	920€	960€

Taulukko 3. Lähtösato 5000 kg/ha, satotason nousut 10 %, 15 % ja 20 %

kg/ha €/t	5000	5500	5750	6000
150	750€	825€	862,50€	900€
175	875€	962,50€	1006,25€	1050€
200	1000€	1100€	1150€	1200€

Taulukossa 4. on laskettu aikaa, jonka kuluessa toimenpide maksaa itsensä takaisin. Pohjana on käytetty edellisten taulukoiden keskiarvoja hinnannousuja. Takaisinmaksuaika on laskettu kolmella eri rakennekalkituskustannuksella, jotka riippuvat lähinnä kalkin kuljetusmatkasta pellolle, ja neljällä eri tulonnousulla, jotka perustuvat satotason nousuun. Tämän taulukon pohjalla on oletus, että rakennekalkituksen vaikutukset maassa kestävät noin kymmenen vuotta (Nordling, 2019).

Taulukko 4. Rakennekalkituksen takaisinmaksuaika eri hinnannousuilla ja toimenpidekustannuksilla

+€/ha/v €/ha	60	90	120	150
100	1,7v	1,1v	0,8v	0,7v
150	2,5v	1,7v	1,3v	1v
300	5v	3,3v	2,5v	2v
400	6,7v	4,4v	3,3v	2,7v

Kaksi ensimmäistä rakennekalkituksen hinta-arviota, 100 ja 150 euroa hehtaarilta, on otettu mukaan kuvaamaan joko alempaa levitysmäärää, tai sitten mahdollisen tuen vaikutusta. Seuraavat kaksi, 300 ja 400 euroa hehtaarilta, kuvaavat ilman tukea noin viiden tonnin levitysmäärällä tulevaa kustannusta. Tämä taulukko on vain karkea arvio, mutta sen perusteella näyttäisi, että mikäli rakennekalkitus todella vaikuttaa satotasoihin positiivisesti ja sadon lisäys on vähintään kymmenen prosenttia, ja vaikutus kestää oletetut kymmenen vuotta, toimenpide maksaa itsensä takaisin ja siitä on lähes aina myös taloudellista hyötyä.

3 TIETOJA HANKKEEN ETENEMISESTÄ JA ALUEESTA

3.1 Pakkalanjärven alue



Kuva 2. Kevättalvinen Pakkalanjärvi

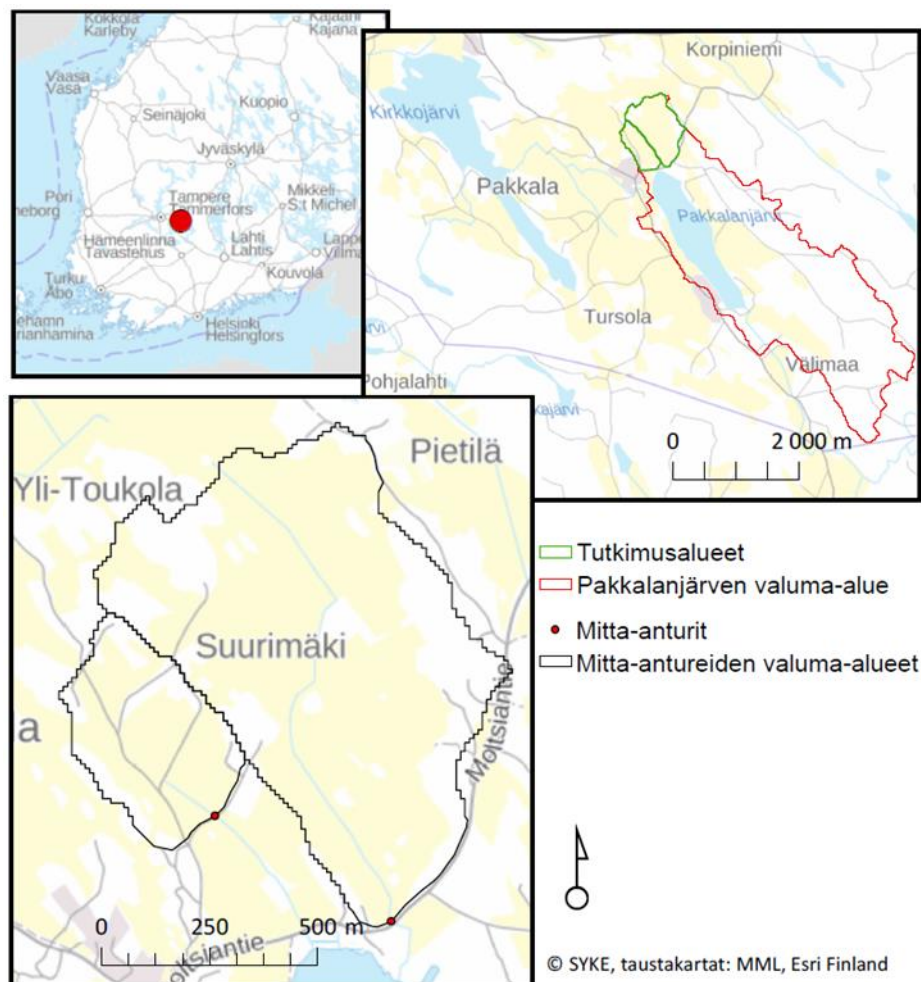
Pakkalanjärvi on pitkänomainen, matala järvi, joka kuuluu Myllyojan vesistöalueeseen ja laskee Kirkkojärveen. Se on noin kaksi ja puoli metriä syvä, ja sen pinta-ala on sata hehtaaria. Pakkalanjärven valuma-alue on 9,3 neliökilometriä, josta hankkeessa on mukana noin viisikymmentä hehtaaria. (Vesikeskus n.d.) Pakkalanjärveen laskee runsaasti oja, joista suurin osa tulee metsästä ja soilta. Lähteviä oja on kuitenkin vain yksi. (Pakkalanjärven suojeluyhdistys, 2019)

Järvi on pahasti rehevöitynyt, mistä johtuen sinileväkukinnat ovat yleisiä, ja talvisin järvi kärsii happikadosta. Järven ekologinen luokka on huono. (Vesikeskus n.d.) Myös surviaissääskiä on esiintynyt paljon. Levän lisäksi järvessä on ollut runsaita määriä Kanadan vesiruttoa. Sitä on poistettu haraamalla sitä pois järvestä. Viime vuosina vesirutto on kuitenkin vähentynyt. Erikoisuutena järven rannoilla esiintyy maassamme rauhoitettua viitasammakkoa. (Pakkalanjärven suojeluyhdistys, 2019)

Pakkalanjärven suojeluyhdistys perustettiin vuonna 1998, ja se on siitä lähtien pyrkinyt parantamaan järven tilaa ja vähentämään rehevöitymistä erilaisilla projekteilla ja talkoilla, kuten rantakasvillisuuden harventamisella, ruutanan tehokalastuksella ja järviveden talviaikaisella hapettamisella pintavirrankehittimien avulla (kuvassa 1 rannassa näkyvä sula alue pidetään auki ympäri vuoden). Yhdistys on mukana RAKAVA-hankkeessa valvomassa ja puhdistamassa veden laatua mittaavia antureita laskuojien

suulta, sekä ottamassa oja-vesistä näytteitä ja toimittamassa ne analysoitaviksi. (Sydän-Hämeen Lehti, 2018)

3.2 Tähänastiset toimet ja tulokset



Kuva 3. Alueen sijainti kartalla, mitta-anturien paikat ja valuma-alueiden jakaantuminen (Röman & Ekholm, 2018)

SYKE ja Pakkalanjärven suojeluyhdistys yhdessä ovat tutkineet hankkeen piirissä olevien ojien, Hampaalanojan ja Loukkaanojan, veden laatua ja virtausta käsinäytteiden ja anturien avulla. Antureita on kaksi kappaletta, ja ne on sijoitettu kumpaankin ojaan niin, että mittauspaikan yläpuolelle jää mahdollisimman suuri osa ojan valuma-alueesta, kuten kuvasta 3 nähdään. Anturit mittaavat tunnin välein veden korkeuden, pH:n, sähkönjohtavuuden ja sameuden.

Käsinäytteiden avulla varmistetaan anturien tulosten oikeellisuus. Lisäksi niistä määritetään kokonaisfosfori, liuennut kokonaisfosfori ja liuennut reaktiivinen fosfori, joka on leville suoraan käyttökelpoinen ravinne. Hampaalanojan virtaaman mittauksessa oli keväällä 2018 ongelmia, joten sen virtaaman arvona käytettiin suuremman Loukkaanojan virtaamaa suhteutettuna valuma-alueen kokoon.

Syksyn 2017 viljavuusnäytteistä analysoitiin multavuus, maalaji, johtoluku, happamuus ja tärkeimpien ravinteiden (kalsium, kalium, fosfori, magnesium, rikki ja natrium) pitoisuudet. Keskimäärin molempien ojien valuma-alueiden tilanne on melko samanlainen: runsasmultaisia hiesumaita, joilla on korkea pH ja runsaasti ravinteita. Kationinvaihtokapasiteetti alueen pelloilla on keskimäärin 16, mikä on savisille hiesumaille keskiverto tulos.

Hankkeen alussa oletuksena oli, että hankkeen pellot olisivat savimaita. Siksi sameuslukemien alhaisuus suhteessa fosforipitoisuuteen tuli yllätyksenä. Viljavuusnäytteistä kävi ilmi, että maat ovat hiesua, mikä selittää veden vähäisen sameuden. Tämän takia tutkimuksen painopiste siirrettiin maa-aineksen fosforista veteen liunneen fosforin määrään.

Taulukosta 5. nähdään, millaisia tuloksia vesinäytteistä saatiin ennen rakennekalkitusta. Olosuhteet näytteiden ottoon olivat keväällä 2018 huonot, sillä oli kuivaa, ja selkeitä virtaamapiikkejä ilmeni vain yksi. Pienemmän Hampaalanojan arvot ovat muuten Loukkaanojaa korkeammat, mutta Loukkaanojan pH on hieman ylempi. Alueelle oli keväällä 2016 levitetty tuhkaa, joka osaltaan selittää korkeita johtolukuja ja pH:ta.

Hampaalanoja on myös selvästi sameampi ja kiintoainepitoisempi, minkä selittänee osaltaan ojan pienempi koko. TP, DRP, TDP ja PP ovat fosforiin liittyviä arvoja: kokonaisfosfori, liukoinen reaktiivinen fosfori, liukoinen kokonaisfosfori ja kiintoainekseen sitoutunut fosfori.

Taulukko 5. Vesinäytteiden analyysitulosten keskiarvot syksystä 2017 keväeseen 2018

Oja	Sameus (FNU)	Kiintoaine (0,4 µm) (mg/l)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	pH	TP (µg/l)	DRP (suod. 0,40 µm) (µg/l)	TDP (suod. 0,40 µm) (µg/l)	PP (µg/l)	Kokonais-typpi (µg/l)
Hampaalanoja (n=14)	37	26	26	6,6	173	98	118	55	10450
Loukkaanoja (n=14)	13	10	25	6,9	80	31	57	22	6043

Tarkoituksena on pitää Hampaalanoja vertailualueena ja levittää rakennekalkki Loukkaanojan valuma-alueelle. Taulukossa 5. esitetyistä ennen rakennekalkitusta otetuista vesinäytteistä ja liitteessä 2 olevista syksyn 2017 viljavuusnäytteistä nähdään, että alueet ovat lähtötilanteeltaan melko kaukana toisistaan, vaikka niiden viljelyhistoria onkin samankaltainen. (Röman ja Ekholm, 2018)

Syyskesällä 2018 levitettiin rakennekalkki. Nordkalk Oy valitsi maanäytteiden perusteella alueelle sopivan rakennekalkitusaineen, ja sitä levitettiin viisi tonnia hehtaarille. Taulukossa 6 on esitettyä käytetyn rakennekalkin analyysitulokset.

Taulukko 6. Rakennekalkin koostumus ja ominaisuudet

Muuttuja	Yksikkö	Arvo
Vesipitoisuus	%	18
Hehkutushäviö (550 °C)	%	7,9
Hehkutushäviö (1000 °C)	%	19,8
CaCO ₃ kokonaisneutralointiarvo	%	94
Ca kokonaisneutralointiarvo	%	37,7
CaO aktiivinen	%	24,6
Ca EDTA	%	34,2
Mg EDTA	%	1,7
Nopeasti reagoiva Ca	%	21,8
Cd	mg/kg	<0,05
Cr	mg/kg	47
Cu	mg/kg	4,5
Hg	mg/kg	<0,02
Ni	mg/kg	12
Pb	mg/kg	1,1
Zn	mg/kg	9,5
As	mg/kg	1,2
<0,063 mm	%	11,3
<0,125 mm	%	19,5
<0,150 mm	%	22,7
<0,25 mm	%	32,7
<0,5 mm	%	57,4
<1,0 mm	%	81,5
<2,0 mm	%	94,5

Vesinäytteitä otettiin kesällä 2018 samaan tapaan kuin keväälläkin. Kuiva kesä haittasi näytteenottoa, sillä virtaama oli heikko. Myöhemmin syksyllä, marraskuussa, otetuista näytteistä voitiin kuitenkin jo havaita, että Loukkaanojan sameus ja fosforipitoisuus olivat selvästi alemmat kuin verrokina käytetyn Hampaalanojan. Tämä on lupaava tulos hankkeen kannalta. (Röman, Ekholm ja Urkko, 2018)

3.3 Alueen maaperä ja viljelytausta

Kaikkien hankkeen alueen peltojen maalaji on viljavuusanalyysien perusteella hiesu, ja ne ovat runsasmultaisia, yksi lohko on luokiteltu jopa erittäin runsasmultaiseksi. Mekaanisen maa-analyysin mukaan maan hiukkasta yli kolmekymmentä prosenttia on pieniä (hiukkaskooltaan alle 0,002 mm) saveshiukkasia, joten maat luokitellaan savimaiksi (Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M., Stoddard, F. ja Teeri, T. 2008, s. 15-16). Kaikkien peltojen pH-arvo on yli kuusi, osalla jopa yli seitsemän, mikä luokitellaan jo arveluttavan korkeaksi. Tämän tuloksen

perusteella rakennekalkituksen järkevyyttä näille pelloille voidaan kyseenalaistaa, sillä se nostaa pH:ta entisestään.

Mainittavia ravinnepuutoksia ei millään analysoiduista lohkoista ollut. Fosforia oli joillain lohkoilla jopa arveluttavan korkeita pitoisuuksia, joten sikäli rakennekalkitus on perusteltua, jotta ylimääräinen fosfori ei päätyisi vesistöön, vaan sitoutuisi maahan ja jäisi kasvien käyttöön. Mangaanipitoisuudet olivat paikoitellen vain tasolla ”tydyttävä”, joten sen saantiin lannoitteissa tulee kiinnittää huomiota jatkossa. (Eurofins, 2017)

Peltolohkojen P-luvut vaihtelevat välillä 5-80. Valtaosalla lohkoja luku on yli 14, eli korkea tai arveluttavan korkea. P-luku kertoo maan muokkauskerroksessa olevan helppoliukoisen fosforin määrän. Yhdessä P-luvun ja pellon kaltevuuden, maalajin sekä muokkaushistorian avulla voidaan määrittellä fosforin ominaiskuormitusluku, joka kertoo peltohehtaarilta vuoden aikana keskimäärin huuhtoutuvan fosforin määrästä. (SYKE, n.d.)

Hankkeessa mukana olleet pellot ovat Pirkanmaan maakunnan keskitasoon nähden hyvin fosforipitoisia. Pääosa, yli 60%, alueen pelloista sijoittuu tasolle välttävä ja sen alle, kun taas hankkeen pelloilla lähes 80% sijoittuu luokkaan hyvä tai sen yläpuolelle, ja kahta alinta luokkaa, huono ja huononlainen, ei ole ollenkaan. (Eurofins, 2017) Tämä on luultavasti seurausta alueen runsaasta broilerintuotannosta, sillä broilerin lanta sisältää paljon fosforia, noin 5,4 kiloa kuutiometrissä. (Hellstedt ja Ruotsalainen, 2014, s. 17)

4 HANKKEESEEN OSALLISTUNEIDEN KOKEMUKSIA

Haastattelut on tehty maaliskuussa 2019. Haastatteluhetkellä rakennekalkki oli jo levitetty pelloille, mutta tuloksia sekä vesistöanalyysistä että tulevan kevään maanäytteistä ei ollut vielä saatu.

4.1 Viljelijä 1

Viljelijä 1 lähti hankkeeseen mukaan osin uteliaisuudesta, osin talousyistä. Häntä kiinnosti nähdä, tuottaako rakennekalkitus oikeasti arveltuja tuloksia, ja koki myös hankkeen kustannustehokkaana ratkaisuna.

Maanviljelyksen lisäksi hän tuottaa orgaanisia lannoitteita kompostoimalla puhdistamolietettä, ja tämän työn kautta hän on perehtynyt orgaanisen aineen lisäyksen vaikutuksiin maaperässä ja viljelyssä. 25 vuoden urallaan hän on havainnut multavuuden ja humuspitoisuuden nousun parantavan maan kasvukykyä, ja on käyttänyt orgaanista lannoitusta myös omille pelloilleen. Tästä syystä ne ovat jo valmiiksi hyväkuntoisia, joten

rakennekalkituksen vaikutusten seuraaminen on entistä mielenkiintoisempaa. Viljelijä 1 uskoo toimenpiteellä olevan jotain positiivista vaikutusta, mutta ei uskalla spekuloida sen enempää näkemättä tuloksia.

Rakennekalkitus ei vaikuttanut viime vuoden tai tulevan kevään viljelysuunnitelmiin. Ainoa muutos oli se, että rakennekalkitun lohkon muokkaus oli määrä jättää kevääseen, mutta rakennekalkin multausvaatimuksen takia se muokattiin jo syksyllä. Hankkeen toteutusta hän kehuu helpoksi, kun urakoitsija levitti kalkin, ja itselle jäi vain muokkaus.

Rakennekalkitusta pitäisi hänen mukaansa tukea ympäristön hyvinvointia edistävänä toimenpiteenä. Toimenpidettä kannattaisi kuitenkin jatkossakin toteuttaa hankevetoisesti, sillä yksittäisen viljelijän kynnyksistä lähtien harjoitettavien eri vaihtoehtojen ja toteutustapojen täyttämiseen uusia tukihakupapereita vanhojen lisäksi kasvaa helposti liian suureksi. Lisäksi rakennekalkituksesta on myös enemmän ympäristöhyötyä, jos se toteutetaan laajemmalla alalla.

Ympäristöllistä näkökulmaa Viljelijä 1 pitää tärkeänä. Pakkalanjärvi on todella rehevöitynyt, eikä hän odota ihmeperantumista hankkeen seurauksena, mutta pienikin muutos on parempi kuin ei mitään.

4.2 Viljelijä 2

Viljelijä 2 lähti mukaan hankkeeseen projektipäällikkö Juho Urkon kerrottua hankkeen tavoitteista ja toteutuksesta. Hän piti aihetta kiinnostavana, ja osallistuminen ei vaatinut suuria ponnistuksia. Hän on myös lukenut muiden viljelijöiden kokemuksia rakennekalkista, ja pitää niitä rohkaisevina.

Hän on tarkkaillut peltojensa tilaa maanäytteiden ja silmämääräisen arvioinnin avulla. Hän pitää niiden tilaa ennen rakennekalkitusta hyvinä, pelloilla ei ole ollut ongelmia vesitalouden tai muokkautuvuuden kanssa. Hän kuitenkin toivoo rakennekalkin vaikuttavan positiivisesti näihin asioihin, ja myös pH:n nousu ja fosforivalunnan väheneminen ovat toivottuja tuloksia.

Hankkeen toteutus ei muuttanut viime kesän tai tämän kevään viljelysuunnitelmia, vaan tuli juuri sopivaan saumaan. Toteutusta Viljelijä 2 pitää helpona, kun omalle vastuulle jäi vain rakennekalkin muokkaus maahan.

Hän olisi valmis toteuttamaan vastaavan toimenpiteen myös oma-aloitteisesti, jos tulokset ovat hyvät ja kustannukset kohtuulliset, mutta pitää silti hankevetoisuutta hyvänä ratkaisuna. Ajatus toimenpiteen rahallisesta tukemisesta saa kannatusta.

Ympäristönäkökulma on hänelle hyvin tärkeä. Hän kuuluu itsekin Pakkalanjärven suojeluyhdistykseen, ja odottaa mielenkiinnolla kevään mittaus tuloksia. Hän uskoo toimenpiteen parantavan järven tilaa, mutta arvelee

rakennekalkituksen olevan vasta hyvä alku matkalla kohti järven tervehdyttämistä.

4.3 MTY Hampaala/Urkkko

Hankkeen projektipäällikkö ja myös yksi hankkeeseen osallistuneista viljelijöistä, Juho Urkko, kertoo ryhtyneensä vetämään hanketta, koska on kiinnostunut uusista ratkaisuista maataloudessa. Hän kuuli rakennekalkista ensimmäisen kerran jo viitisen vuotta sitten, ja kiinnostus aiheeseen heräsi jo silloin.

Omien peltojensa kuntoa hän tarkkaillee pääasiassa ympäristötuenkin vaatimukseen kuuluvien viljavuusnäytteiden perusteella. Myös silmämääräinen arviointi pellolla kulkiessa ja näytteitä ottaessa on hyvä tapa, ja yhtenä keinona laajemman kokonaisuuden tarkkailuun Urkko mainitsee Googlen karttapalvelun ilmakuvat, joista näkee esimerkiksi pellolla olevia epätasaisuuksia ja kaltevuuksia yllättävän hyvin.

Omien peltojensa kunnon hän arvioi melko hyväksi. Muokkausanturoita löytyy sekä kevytmuokkauksen että kynnön jäljiltä, mutta niistä ei ole ainakaan vielä ollut haittaa viljelyssä. Peltojen pH-arvot ovat maan keskitasoon nähden korkeita, yli 6,5 savimailla, mikä on varsin hyvä arvo. Rakennekalkitus voi kuitenkin nostaa pH:ta reippaastikin hetkellisesti, joten on hyvä varautua liiankin emäksisen maan ongelmiin seuraavan satokauden aikana. Happamuusmuutosten lisäksi Urkko odottaa rakennekalkin parantavan ja stabilisoivan maan mururakennetta.

Viljelykiertoon rakennekalkitus ei vaikuttanut, mutta peltojen muokkaus syksyllä ja toimenpiteiden aikataulutus vaativat jonkin verran työtä. Viime syksy oli rakennekalkin kannalta ihanteellinen, kuiva ja lämmin. Kosteampana syksynä aikataulutus olisi voinut muodostua ongelmaksi, varsinkin mikäli pellolle haluaa vielä puinnin jälkeen tehdä kasvinsuojeluruiskutuksia. Niiden vaikutusaika on useita päiviä, ja sääolojen pitäisi olla ihanteelliset niin ruiskutuksille kuin rakennekalkillekin.

Hankkeen käytännön toteutus onnistui Urkon mukaan hyvin, koska urakoitsija tunsu alueen, pellot ja mukana olleet viljelijät. Laajemmassa hankkeessa suunnittelu ja toteutus olisivat luultavasti olleet paljon haasteellisemmat, varsinkin jos osapuolet eivät tuntisi toisiaan ennestään.

Urkko kannattaisi rakennekalkituksen tukemista, joko ympäristötuen osana tai sitten ELY-keskusten myöntämänä ei-tuotannollisten investointien tukena. Tukihauun tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen, ja tukikelpoisen alueen kriteerit tulisi määritellä selvästi, esimerkiksi maalajin ja vesistöön rajoittumisen perusteella. Urkko uskoo, että yksittäisten viljelijöiden tukeminen olisi jatkossa, toimenpiteiden käytäntöjen selvittäessä, järkevämpää kuin hankkeiden, sillä hankevetoisessa toiminnassa organisaatio vie helposti suuren osan rahoituksesta, ja myös toimenpiteiden räätälöinti

kullekin maalle sopivaksi vaikeutuisi. Jos viljelijä itse hakisi tukea ja vastaisi toteutuksesta, saataisiin kullekin lohkolle ja alueelle juuri sinne parhaiten sopiva kalkitusratkaisu, ja muutkin aineet, kuten kipsi, voisivat olla vastaavasti tuen piirissä.

Urkko voisi hyvin tulevaisuudessa toteuttaa vastaavia toimenpiteitä ilman hankkeen tukea, mikäli ne sopisivat hänen pelloilleen. Ilman tukea hän ei kuitenkaan usko rakennekalkin saavan laajaa suosiota, sillä kustannukset ovat hieman suuremmat kuin tavanomaisessa kalkituksessa, ja toteutus on myös työläämpi. Tuki toisi rakennekalkituksen laajemman yleisön saataville.

Ympäristöaspektia Urkko pitää tärkeänä, mutta ei usko tämän laajuisen hankkeen vielä tuovan radikaalia muutosta Pakkalanjärven tilaan. Hankkeen pyrkimyksenä onkin tuoda toimenpidettä laajempaan tietoisuuteen ja siten saavuttaa jatkossa myös laajempia ympäristöhöyryjä, ja myös luoda keskustelua ja yhteistyötä maanviljelijöiden ja luonnonsuojelijoiden välille. Hän on yhä yhtä positiivisella mielellä hankkeen suhteen kuin alusakin, ja uskoo sen tuovan hyödyllisiä tuloksia.

4.4 Rakennekalkin levityksen tehnyt urakoitsija

Koneurakointiyrittäjä kertoo lähteneensä hankkeeseen mukaan, koska uudet hankkeet omalla alalla ovat aina kiinnostavia. Yrityksellä on myös aiempaa kokemusta rakennekalkin levityksestä Soilfoodin tuotteiden kautta, ja siten myös työhön sopiva kalusto valmiina.

Rakennekalkin levitykseen käytettiin Bergmannin tarkkuuslevitinvaunua, joita yrityksellä on kaksi. Kumpaankin vaunuun mahtuu kerralla kaksikymmentä kuutiota tavaraa. Vaunuissa ei ole määrääautomatiikkaa, vaan levitysmäärää säädellään pohjakuljettimen nopeutta, peräportin aukeamaa ja ajonopeutta muuttamalla. Vetävissä traktoreissa on automaattiohjaus, joka yrittäjän mukaan on ehdoton varuste, mikäli pyrkii tarkkaan lopputulokseen. Kalkkia tai lantaa sängelle levitettäessä kuljettaja ei pysty silmä määräisesti arvioimaan ajolinjaansa riittävän hyvin, ja silloin automaattiohjaus tai ajo-opastin on korvaamaton apu.

Rakennekalkitus käytännössä ei juuri eroa tavallisesta kalkituksesta, mutta pieniä eroavaisuuksia hän on havainnut. Rakennekalkki on koostumukseltaan rakeisempaa kuin tavanomainen maanparannuskalkki, ja myös kosteampaa. Tästä syystä se tarttuu herkemmin levittimen seinämiin ja holtavautuu. Yrittäjä arvelee, että repijäkeloilla ja pohjakuljettimella varustettu kuivalantavaunu luultavasti sopiikin sen levittämiseen paremmin kuin varsinainen kalkitusvaunu.

Hän uskoo hankkeen olleen viljelijöille hyödyksi, ja kannattaa myös ajatusta toimenpiteen mahdollisesta tukemisesta valtion taholta. RAKAVA ja vastaavat hankkeet ovat hänen mielestään kaikille eduksi, niin maalle,

viljelijöille kuin ympäristöllekin, ja tällaisten toimenpiteiden toteuttaminen edistää myös maatalouden imagon kohenemista muun väestön silmissä, kun tehdään jotain konkreettista ympäristön hyväksi. Alueen peltoja myös kalkitaan usein, joten pitkävaikutteinen rakennekalkki saattaisi tuoda apua viljelijöille taloudellisestikin.

Haastatteluhetkellä hän oli positiivisella mielellä hankkeen suhteen. Toeutus oli hänen mukaansa helppoa, eikä erityisjärjestelyjä vaadittu. Läheisen ojan vesistönäytteiden ottoa on myös ollut mielenkiintoista seurata lähietäisyydeltä.

4.5 Pakkalanjärven suojeluyhdistys

Pakkalanjärven suojeluyhdistyksestä oli haastattelupäivänä paikalla kolme aktiivista jäsentä. Kävimme kiertämässä maastossa yhdistyksen, järven ja hankkeen kannalta oleellisia kohteita, ja keskustelimme laajasti järveen liittyvistä asioista ja yhdistyksen toiminnasta.

Suojeluyhdistys on perustettu kaksikymmentä vuotta sitten, ja nykyisellään siihen kuuluu noin 70 jäsentä. Yhdistys perii 15 euron suuruista vuosimaksua, ja lisäksi toimintaa rahoitetaan vapaaehtoisilla lahjoituksilla. Yhdistys on saanut paljon aikaan toimintansa aikana: Pakkalanjärvi oli perustamisen aikaan lähes umpeen kasvanut ja kärsi pahasta happikadosta. Ahkeran raivauksen ja muiden toimien ansiosta järven virkistysmahdollisuudet ja luonnon tila ovat kohentuneet merkittävästi.

Yhdistyksen suurimpia ponnistuksia järven hyväksi on ollut vesikasvien aktiivinen niitto ja neljän virrankehittimen hankinta. Virrankehittimet sijaitsevat järven toisella rannalla, ja pitävät järveä osittain sulana ympäri vuoden, mikä vähentää happikadon riskiä olennaisesti. Lisäksi yhdistys on kirkastanut vettä saostamalla siitä fosforia alumiinikloridilla, hoitanut rannan kosteikkoalueita, istuttanut energiapajua ja siirtänyt järveen hauenpoikasia, jotta roskakalan, kuten ruutanan, määrää saataisiin vähenemään.

Yhdistys myös ylläpitää matonpesupaikkaa, joka on kesäisin vilkkaassa käytössä. Matonpesupaikan vesi pumpataan järvestä, ja likavesi suodatetaan ennen sen paluuta vesistöön. Elokuussa yhdistys järjestää järvellä leikki-mieliset kalastuskisat.

Hankkeeseen yhdistys lähti mukaan projektipäällikön pyynnöstä. Yhdistyksen jäsenet hoitavat Hampaalanojan ja Loukkaanojan mittausten valvontaa ja vastaavat laitteistojen asennuksesta ja hoidosta. Lisäksi yhdistyksen kautta hankkeen raha-asiat hoituvat helpommin kuin yksityishenkilön toimesta. Hankkeen tulokset ovat tähän mennessä vaikuttaneet lupaavilta: vesinäytteiden fosforipitoisuus laski selvästi jo heti rakennekalkituksen jälkeen ja Loukkaanojan pH on noussut, se on jo yli 7.

Vaikutukset järveen jäävät vielä nähtäväksi, mutta mitään kovin dramaattista kukaan ei tunnu odottavan, Loukkaan- ja Hampaalanojat kun ovat pieniä ojia vähäisellä vesimäärällä ja pienellä virtauksella. Myös laajempia mittauksia peräänkuulutetaan, jotta saadaan eliminoitua olosuhteiden ja sattuman vaikutus tuloksiin.

Tukikysymyksessä suojeluyhdistyksen edustajat ovat yksimielisiä alueen viljelijöiden kanssa: jos toimenpide ja tukimalli toimivat Ruotsissa, he eivät näe mitään syytä, miksei sama toimisi Suomessa. Viljelijöitä kannattaa heidänkin mielestään pakottamisen ja sääntelyn sijaan kannustaa toimimaan ympäristön eduksi.

5 PÄÄTELMIÄ HANKKEEN TULOKSISTA

5.1 Kevään 2019 viljavuusnäytteiden tulokset

Kevään 2019 maanäyteanalyysit otettiin 17. toukokuuta, vuoden ja viisi kuukautta edellisten, ennen rakennekalkin levitystä otetun näytteen jälkeen. Oletuksena oli, että mikäli rakennekalkki toimii tarkoitetulla tavalla, pitäisi maan pH:n olla kalkituilla alueilla korkeampi, samoin kuin sitoutuneen fosforin määrän ja kationinvaihtokapasiteetin. Mangaanin ja muiden hivenaineiden pitoisuudet puolestaan saattaisivat laskea maan happamuuden poistuessa.

Joulukuun 2017 maanäyteanalyysien tuloksia on käsitelty luvussa 3.3 – alueen maaperä ja viljelytausta. Siellä todetaan, että maan pH oli jo valmiiksi melko korkea, ja mangaanin tasoissa on monella loholla toivomisen varaa.

Toukokuussa 2019 voidaan todeta, että toivottuja tuloksia ei voida ainaakaan yksiselitteisesti ilmoittaa saaduksi. Peltolohkojen pH-arvot ovat muuttuneet joulusta 2017 sekä ylös- että alaspäin, ja osa on pysynyt samana. Selkeää eroa käsiteltyjen ja verrokkilohkojen välillä ei ole nähtävissä, molemmissa ryhmissä arvot ovat vaihdelleet molempiin suuntiin. Kaikkien kappaleiden pH on kuitenkin tasolla korkea tai arveluttavan korkea, joten radikaalia laskua ei missään ole tapahtunut.

Fosforin osalta tulos on lupaavampi. Suurimmalla osalla käsitellyistä kappaleista maan fosforipitoisuus on noussut, kaikilla vähintään pysynyt samana, ja on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta tasolla korkea tai arveluttavan korkea. Verrokkialueen kappaleista fosforin määrä on laskenut seitsemällä loholla kahdestatoista, mutta loppuilla viidellä se on noussut. Mangaanin pitoisuudessa ei ole juuri tapahtunut selkeää muutosta, osalla lohkoista se on laskenut mutta osalla myös noussut.

Kationinvaihtokapasiteetissakaan ei ole tapahtunut mitään merkittävää muutosta suuntaan tai toiseen, eikä verrokkiryhmien välillä ole eroja. Itse asiassa kaikkien käsittelemättömien lohkojen kationinvaihtokapasiteetti on noussut vähäsen, mutta kahdella käsitellyllä loholla (Laurila 1 ja 2) se on jopa laskenut. Pääasiassa kationinvaihtokapasiteetti on välillä 14-18, paria poikkeusta lukuun ottamatta (Korpi 24, Isovainio taka 19 ja Laurila 1 ja 2 13). (Eurofins 2019) Nämä luvut eivät silti ole kovin hyviä, sillä savi-maalla tavoiteltu arvo olisi yli 20 cmol/kg. Kationinvaihtokapasiteetin suhdeluvut ovat kuitenkin lähellä tavoitetta valtaosalla alueesta: noin 70% kal-siumia ja alle 3% kaliumia. (Farmit n.d.)

5.2 Vedenlaadun kehitys

Verrattaessa oja-vesistä otettuja näytteitä ennen rakennekalkituksen aloittamista, 11.10.2017, ja rakennekalkin jälkeen keväällä, 28.2.2019-15.5.2019, voidaan todeta, että muutosten arviointi ja vertailu ovat yhtä haastavia kuin peltomaassakin. Vaikka näytteissä tapahtuukin tietysti rajua vaihtelua sääolojen ja vuodenajan mukaan, näyttäisi trendinä olevan rakennekalkitun alueen Loukkaanojan fosforipitoisuuden aleneminen verrokkialueen Hampaalanojaan verrattuna. Etenkin liukoisen fosforin määrä on Loukkaanojassa pienempi. Näin on kuitenkin myös syksyn 2017 näytteessä, joten rakennekalkin suoraa vaikutusta on vaikea arvioida. Molempien ojien arvoissa on myös tapahtunut suuria muutoksia syksyyn 2017 verrattuna. Sekä kiintoaineen määrä, sameus että fosforin ja typen pitoisuudet ovat vähentyneet valtavasti.

5.3 Kokonaisarvio hankkeesta

Viljavuusanalyysijä tarkastelemalla voidaan todeta, että rakennekalkin vaikutukset maaperässä eivät ole niin mainittavia kuin alussa oletettiin. Myöskään vesianalyysien tulokset eivät olleet niin selkeitä kuin olisi voinut toivoa, vaikka ne periaatteessa odotusten mukaisia tuloksia näyttivätkin. Pitkäaikaisia vaikutuksia maan viljeltävyyteen ja järven tilaan saamme vielä odottaa, joten tällä hetkellä on mielestäni liian aikaista kommentoida hankkeen onnistumista tai epäonnistumista.

Hankkeen kesto oli mielestäni liian lyhyt, jotta luotettavia tuloksia olisi voitu saavuttaa. Vain parin kasvukauden aikana tehdyssä kokeessa on vaikea eliminoida sääolojen, viljelytapojen ja muiden muuttuvien tekijöiden vaikutusta. Myöskään olosuhteet eivät olleet ihanteelliset, sillä kuivuus häiritsi vesien mittauksia ja maiden savipitoisuus oli alussa oletettua alempi.

Joka tapauksessa hankkeen kautta on saatu paljon mielenkiintoista tietoa ja ajateltavaa, ja hyvä pohja jatkaa toimintaa uusien vastaavien hankkeiden parissa. Uskon vahvasti, että rakennekalkituksen toimivuuden tutkimista kannattaa jatkaa uusien hankkeiden muodossa, sillä teoriassa

toimenpiteestä voisi olla paljon apua. Seuraavaan hankkeeseen kannattaa ehkä valita jokin toinen, selkeämmin kohderyhmään kuuluva ja varmemmin mitattava valuma-alue, ja näytteitä kannattaisi ottaa useammalta vuodelta rakennekalkituksen jälkeen. Nyt rakennekalkitus toimenpiteenä on kuitenkin saatettu suomalaisten viranomaisten ja viljelijöiden tietoisuuteen ja se on toivottavasti herättänyt kiinnostusta, joten tästä on hyvä jatkaa.

6 RAKENNEKALKITUKSEN TYÖVIHKO

Varsinaisena työnä tämän opinnäytteen lisäksi hanke tilasi viljelijöille suunnatun työvihon, josta kävisi helposti ja selkeästi ilmi, mitä rakennekalkitus on, minne se sopii, sekä miten ja miksi se kannattaa toteuttaa. Tämä työvihko löytyy liitteistä (Liite 1.).

LÄHTEET

Alakukku, L. ja Pietola, L. (2002) *Tieto Tuottamaan: Maan rakenteen hoito*, Keuruu: Otava

Alakukku, L., Soinne, H. ja Mylly, M. (2017) *Tieto tuottamaan: Peltojen kunnostus*, Ajasto

Autio, V. ja Lallukka, U. (1986) *Maatilatalouden fysiikka ja kemia*, Helsinki: Kirjayhtymä

Berglund, K. ja Blomquist, J. (2015) Praktiska Råd. *Greppa Näringen-hankkeen julkaisu nro 23*

Elonen, P. (1991) Peltomaiden happamuuden syyt ja haitat. *Tieto tuottamaan: Kalkitusopas*, Helsinki: Maatalouskeskusten liitto

Eurofins (2017) viljavuustutkimuksen tulokset, 18.12.2017

Eurofins (2019) viljavuustutkimuksen tulokset, 17.05.2019

Farmit (n.d.) Kalkituksen vaikutukset, haettu 27.1.2019 osoitteesta <https://www.farmit.net/node/191524#maanrakenne> ja Mikä ihmeen kationinvaihtokapasiteetti?, haettu 5.6.2019 osoitteesta <https://www.farmit.net/blog/2016/10/24/mika-ihmeen-kationinvaihtokapasiteetti>

Hankkija (n.d.) Kalkitus, haettu 5.3.2019 osoitteesta https://www.hankkija.fi/Maatalous_ja_metsa/Kasviravinteet/kalkitus/

Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. ja Kemppainen, E. (2001) *Maa, viljely ja ympäristö*, 3. painos, Porvoo: WS Bookwell

Hellstedt, M. ja Ruotsalainen, S. (2014) Siipikarjan lantaselvitys tarkentaa asetusluonnosta. *Suomen siipikarja* 3, s.17

Korkman, J. (1991) Kalkitustarve ja sen mittaaminen. *Tieto tuottamaan: Kalkitusopas*, Helsinki: Maatalouskeskusten liitto

Lantmännen (n.d.) Fakta om strukturkalkning, haettu 5.3.2019 osoitteesta <http://www.lantmannenlantbruk.se/sv/vaxtodling/kalk/fakta-om-strukturkalkning/>

Nordkalk (2014) Kalkitusopas, haettu 4.3.2019 osoitteesta https://www.farmit.net/sites/default/files/news_attachments/kalkitusopas_2014.pdf

Nordkalk (n.d.) Tuotteet: kalkkikivijauheet, haettu 12.3.2019 osoitteesta <http://www.nordkalk.fi/tuotteet/kalkkikivijauhe/>

Nordling, L. (2019) Maanparannusaineista hyötyy viljelijä ja ympäristö. *KM* 1, s. 32-39

Ollikainen, M., Ekholm, P., Punttila, E., Ala-Harja, V., Riihimäki, J., Puroila, S., Kosenius, A. ja Iho, A. (2018) *Peltojen kipsikäsittely maatalouden vesien-suojelukeinona*, SAVE-hankkeen julkaisu, haettu 20.2.2019 osoitteesta <https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/files/2018/11/SAVE-hankkeen-tietopaketti-kipsik%C3%A4sittelyst%C3%A4.pdf>

Pakkalanjärven suojeluyhdistys (2019) Martti Seppälän, Eino Ahosen ja Maija-Liisa Rantalan haastattelu 13.4.2019

Peda.net (n.d.) Symbioosi 3, luku 11: Rehevöityminen on vesistöjen ongelma. Haettu 27.1.2019 osoitteesta <https://peda.net/vierema/vierem%C3%A4nlukio/oppiaineet2/biologia/biologia/b3vo/symbioosi3-090115/1rovo/tjd> ja Ympäristöekologia, luku 7: Happamoituminen, haettu 29.1.2019 osoitteesta <https://peda.net/muhos/muhoksen-lukio/oppiaineet2/arkisto-peda-net/lv-2016-20172/biologia/byvohr/7-happamoituminen/muistiinpanot/7-happamoituminen>

Peltonen, S., Känkänen, H., Salo, T. ja Joonas, J. (2017) *Tieto tuottamaan: Peltojen kunnostus*, Pro-Agria Keskusten Liitto

Rajala, J. (2005) *Luomuviljelyn suunnittelu, kalkitus*. Helsingin Yliopisto, Maaseudun koulutus- ja tutkimuskeskus. Haettu 29.1.2019 osoitteesta <https://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/5.7.-5.8.-Kalkitus-ja-hivenlann-190405.pdf>

Röman, E. ja Ekholm, P. (2018) RAKAVA-hankkeen toinen väliraportti, 21.6.2018, SYKE

Röman, E., Ekholm, P. ja Urkko, J. (2018) RAKAVA-hankkeen kolmas väliraportti, 1.1.2019, SYKE

Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M., Stoddard, F. ja Teeri, T. (2008) *Peltokasvien tuotanto*, Opetushallitus

Sydän-Hämeen Lehti (2018) Neljä pintavirrankehittäjä hapettaa Pakkalanjärveä *Sydän-Hämeen Lehti* 18.2.2018, haettu 20.1.2019 osoitteesta <https://shl.fi/2018/02/18/nelja-pintavirrankehittaja-hapettaa-pakkalanjarvea/>

SYKE (n.d.) Viljelyalueiden kiintoaine- ja ravinnekuormituksen hallintamalli, haettu 18.2.2019 osoitteesta https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit

[/Viljelyalueiden kiintoaine ja ravinnekuormituksen hallintamalli VIHMA](#)

Urkko, J. (n.d.) RAKAVA-hankkeen hankesuunnitelma. Pakkalajärven suojeluyhdistys.

ym.fi (n.d.) Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelma, haettu 19.3.2019 osoitteesta https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Itameri_ja_merensuojelu/Ohjelmat_ja_strategiat/Vesiensuojelun_tehostamisohjelma

Vesikeskus (n.d.) Vesikeskuksen raportti Pakkalanjärvestä, haettu 20.1.2019 osoitteesta http://www.vesikeskus.fi/vedenlaatu/luo_lausunto.php?id=1041

vyr.fi (n.d.) Kotimaan hinnat, haettu 11.2.2019 osoitteesta <https://www.vyr.fi/fin/markkinatietoa/kotimaan-hinnat/>

RAKENNEKALKITUKSEN TYÖVIHKO

#RAKAVA-HANKE

#RAKAVA on Kangasalan Pakkalanjärven alueelle sijoittuva hanke, joka tutkii rakennekalkin vaikutusta järven fosforikuormitukseen.

Hanke toteutettiin 2017-2019 yhteistyössä Suomen Ympäristökeskuksen, Ympäristöministeriön, ELY-keskuksen, Hämeen ammattikorkeakoulun, Pakkalanjärven suojeluyhdistyksen ja paikallisten viljelijöiden kanssa.

MITÄ ON RAKENNEKALKITUS?

Rakennekalkki on maanparannuskalkkia, jossa kalkkikivijauheeseen on lisätty 14-19% poltettua tai sammutettua kalkkia tehostamaan ja nopeuttamaan sen vaikutusta. Se on koostumukseltaan vähän kosteampaa ja rakeisempaa kuin tavanomaisen kalkitusaine. Rakennekalkki sopii käytettäväksi myös sisävesialueilla, toisin kuin kipsi. Luomuun rakennekalkki ei kuitenkaan sovi.

Kuva 4. VAIKUTUKSET VILJELYYN JA MAAN RAKENTEeseen

Savimaan viljelykuntoon vaikuttaa olennaisesti sen mururakenne. Mururakenteella tarkoitetaan irrallisten savihiukkasten sitoutumista kationisilloilla toisiinsa suuremmiksi muruiksi. Ne tarvitsevat näihin sidoksiin positiivisia ioneja, kuten rautaa tai kalsiumia. Rakennekalkki lisää maahan kalsiumioneja ja siten parantaa maan mururakenteen muodostumista ja vakauttaa olemassa olevia rakenteita.

Mururakenteen koheneminen edistää maan vesitaloutta, kun murujen väliin jää huokosia, joita pitkin vesi poistuu pellon pinnalta eikä jää seisomaan ja lietä peltoa, ja joihin se myös varastoituu kuivan kauden varalle. Näin pellostä tulee paremmin sekä kuivuutta että märkyyttä sietävä, ja eroosio vähenee. Pelto on myös helpommin muokattavissa.

Toinen rakennekalkin merkittävistä vaikutuksista on maan pH:n nousu, joka parantaa kasvien ravinteidenottokykyä. Maassa oleva fosfori muuttuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon, jolloin lannoitustarve vähenee. Suomessa pellot ovat usein taipuvaisia happamuuteen, ja pH:n nousun vaikutus on positiivinen. Jos pH

kuitenkin nousee liian korkealle, voi ilmetä hivenravinnepuutoksia. Happamuuden väheneminen hyödyttää myös maan pieneliöitä, kuten kastematoja ja bakteereja. Sen sijaan haitalliset sienet kärsivät. Rakennekalkin vaikutus maassa voi kestää jopa 10 vuotta.

Kuva 5. VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN

Mururakenteen ollessa heikko pelloilta valuu sulamis- ja sadevesien mukana maa-ainesta ja ravinteita laskuojiin ja sitä kautta vesistöihin. Ylimääräiset ravinteet, etenkin fosfori, aiheuttavat rehevöitymistä. Rehevöityminen taas johtaa vesistöissä happikatoon, lajiston muuttumiseen ja köyhtymiseen sekä haitallisiin leväkukintoihin. Maan rakenteen parantuessa sulamis- ja sadevedet ja niiden mukana huuhtoutuvat ravinteet ja maa-aines pysyvät paremmin pellossa, jolloin vesistöjä rehevöittävä fosforikuorma vähenee.

KÄYTÄNNÖN OHJEITA

Tähän on koottu lyhyesti pääkohdat rakennekalkituksen toteutuksesta käytännössä. Talousarviot ovat suuntaa-antavia, todelliset kustannukset vaihtelevat tapauskohtaisesti.

Kuva 6. TOTEUTUS

Rakennekalkki sopii vain savimaille, eli maille, joissa on savesta yli 30% maa-aineksesta. Muilla maalajeilla ei ole vastaavaa kationisiltoihin perustuvaa mururakennemuodostusta, jolloin kalsiumionien lisäyksellä ei ole vaikutusta. Ennen kuin rakennekalkitukseen ryhdytään, kannattaa siis ottaa maanäytteenä, joista maa-aineksen koostumus selviää. Myös maan pH ja ravinnepitoisuudet on hyvä selvittää, jotta vältetään mahdollisilta haittavaikutuksilta pH:n noustessa.

Toinen ennen rakennekalkin levitystä tarkistettava asia on ojitus. Jos ojitus ei toimi, ei ylimääräinen vesi pääse pois pelloilta, vaikka maan rakenne olisi kuinka kunnossa. Sekä salaojat että piiri- ja laskuojat kannattaa tarkistaa ja kunnostaa ennen kuin ryhdytään muihin maan vesitaloutta kehittäviin toimenpiteisiin.

Paras aika tehdä rakennekalkitus on loppukesällä tai syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Jotta toimenpiteestä saadaan paras mahdollinen hyöty, se on syytä tehdä ihanteellisissa oloissa: säätilan tulisi olla kuiva ja lämmin, ja levitys tulisi tehdä vahvan sadon tai kesannon jälkeen, jolloin maa on hyvässä kunnossa. Jos sääolot ovat huonot, kannattaa kalkitus jättää suosiolla seuraavaan vuoteen. Huonoissa oloissa, kuten märällä maalla, painavat levitys- ja muokkauskoneet tekevät maahan enemmän vahinkoa kuin hyötyä, eikä rakennekalkki pääse vaikuttamaan kunnolla.

Rakennekalkkia voi levittää samanlaisella kalustolla kuin tavallistakin kalkkia, mutta aineen rakeisuuden ja kosteuden tähden kuivalannan levitysvaunu on paras työväline. Tavanomaisesta maanparannuskalkista poiketen rakennekalkki tulee muokata maahan viimeistään 48 tunnin kuluttua levityksestä, jotta nopeavaikutteisen sammutetun tai poltetun kalkin hyöty ei mene hukkaan. Muokkaus tehdään pellon normaaliin muokkaussyvyyteen. Muokkaimeksi sopii lautasmuokkain tai kultivaattori, kyntö ei käy sillä aurat eivät varsinaisesti sekoita maa-ainesta. Paras tulos saadaan, kun muokkaimella ajetaan eri suuntiin ainakin kaksi kertaa.

Suosittelava levitysmäärä on vähintään viisi tonnia hehtaarille. Suomessa suositellaan seitsemää tonnia, ja Ruotsissa on saatu jäykällä savimailla positiivisia tuloksia jopa kahdeksan tonnin levitysmäärillä, joten sopiva määrä kannattaa selvittää pellon koostumuksen ja kunnan perusteella esimerkiksi rakennekalkin myyjän kautta. Jos haluaa seurata rakennekalkin vaikutuksia omilla pelloillaan, voi jättää kalkitsemattoman kaistan vertailukohdaksi.

Kuva 7. KUSTANNUKSET

Rakennekalkitus maksaa noin 200-600€/hehtaari seitsemän tonnin levitysmäärällä, riippuen pellon sijainnista, käytettävästä kalustosta ja työn kustannuksista. Pitkävaikutteisena toimenpiteenä rakennekalkitus maksaa onnistuessaan itsensä takaisin muutamassa vuodessa kohonneiden satotasojen ja pienempien lannoituskustannusten muodossa.

Rakennekalkkia myyvät melkein kaikki Suomessa toimivat lannoitefirmat ja suu-remmat maatalouskaupat.

Kuva 8. TUET

Ympäristöministeriö ilmoitti tiedotteessaan keväällä 2019, että se aikoo käynnistää T&K-hankkeen, joka tutkii laajemmin rakennekalkin vaikutuksia.

Ruotsissa toimenpiteelle saa rahallista tukea ympäristöllisenä tekona.

Kuva 9. OTA YHTEYTTÄ JA KYSY LISÄÄ!

(tähän yhteystietoja)

Kuva 10. #RAKAVA-HANKE 2019

(tänne yhteistyötahojen logoja, SYKE, HAMK yms.)

Syksyn 2017 maanäytteet

Eurofins Agro
Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

VILJAVUUSTUTKIMUS

Paivämäärä Asiakasno Tutkimusno

18.12.2017 182491 170108598

1/5

URKKO JUHO	Tila 730016845 RAKAVA-hanke	Näytteenottopvm 05.12.2017
PAATIALANTIE 18 B	Kunta KANGASALA	Saapunut 08.12.2017
36420 SAHALAHTI	Neuvontajärjestö	
	Näytteenottaja	Merkki RAKAVA-hanke

Näytteen numero	1	2	3	4	5	6	7	
Peruslohkotunnus	730002286 5	730002296 6	730002306 7			730001457 9	730016230 5	
Nimi	Kotovainio	Kulma	Mäkipellot	Laurila1	Laurila2	Hampaala 1	Isovainio etu	
Pintamaan maalaji a)	Hs	Hs	Hs	Hs	Hs	Hs	Hs	
Multavuus a)	rm	rm	rm	rm	rm	rm	rm	
Johtoluku	10xms /cm	1,6	1,4	1,4	1,0	1,2	1,1	1,6
Happamuus	pH	7,2	6,3	7,0	6,4	6,7	6,6	7,4
Kalsium (Ca) a)	mg/l	2300	1900	2200	1600	1800	1800	3000
Fosfori (P) a)	mg/l	23	5,1	12	23	25	35	32
Kalium (K) a)	mg/l	140	140	110	170	220	180	190
Magnesium (Mg) a)	mg/l	300	270	240	260	320	320	310
Rikki (S) a)	mg/l	15,7	28,7	13,2	12,8	11,6	8,8	18,9
Kupari (Cu) a)	mg/l	6,0	11	5,9	5,7	5,3	6,2	7,0
Mangaani (Mn) a)	mg/l	36	19	55	54	57	48	27
Sinkki (Zn) a)	mg/l	5,5	2,2	4,1	7,1	6,0	9,0	5,8
KVK, kationin vaihto- kapasiteet	cmol+/ kgka	15	15	14	13	14	14	19
Ca/CEC	%	76	66	78	64	66	65	80
K/CEC	%	2	2	2	3	4	3	3
Mg/CEC	%	17	15	15	17	19	20	14
Na/CEC	%	2	2	2	2	2	2	1

a) -Merkityt määritykset on tehty ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoitulla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Viljavuusluokaleimat							
Huono	●	Välttävä	○	Hyvä	☑	Arvel. korkea	☒
Huononlainen	●	Tyydyttävä	□	Korkea	■		

Näytteen numero	8	9	10	11	12	13	14
Peruslohkotunnus	730001478 1	730001468 0	730001468 0	730016230 5	730002276 4	730002276 4	730014674 3
Nimi	Hampaala 2	Hampaala taka1	Hampaala taka2	Isovainio taka1	Myllyvainio taka	Myllyvainio etu	Keskiharju etu
Pintamaan maalaji a)		Hs	Hs	Hs	Hs	Hs	Hs
Multavuus a)		rm	rm	rm	rm	rm	rm
Johtoluku	10xmS /cm	1,1	1,1	1,4	1,4	1,5	1,4
Happamuus	pH	6,7	6,8	6,9	7,1	7,2	7,1
Kalsium (Ca) a)	mg/l	1900	2000	2300	2600	2800	2300
Fosfori (P) a)	mg/l	45	41	80	35	34	22
Kalium (K) a)	mg/l	250	230	400	180	170	150
Magnesium (Mg) a)	mg/l	300	340	340	300	320	300
Rikki (S) a)	mg/l	8,5	8,1	10,7	15,2	16,4	17,5
Kupari (Cu) a)	mg/l	4,6	5,4	5,1	5,1	6,2	6,7
Mangaani (Mn) a)		44	32	51	30	38	30
Sinkki (Zn) a)	mg/l	6,7	6,6	10,3	4,4	4,3	4,5
KVK, kationin vaihto- kapasiteet	cmol+/ kgka	14	15	17	17	18	15
Ca/CEC	%	68	68	70	77	78	76
K/CEC	%	4	4	6	3	2	3
Mg/CEC	%	18	19	17	15	15	16
Na/CEC	%	2	2	2	2	1	2

a) -Merkityt määritykset on tehty ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoitulla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Näytteen numero	15	16	17	18	19	20	21
Peruslohkotunnus	730014674 3	730005883 7				730014674 4	
Nimi	Keskiharju taka	Heino	Bahrend 1	Bahrend 2	Bahrend3	Korpi	Mäkijärvi 1
Pintamaan maalaji a)		Hs	Hs	Hs	Hs	Hs	Hs
Multavuus a)		rm	rm	rm	rm	rm	rm
Johtoluku	10xmS /cm	1,6	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9
Happamuus	pH	7,1	6,7	6,8	6,9	6,9	6,1
Kalsium (Ca) a)	mg/l	2700	2500	2800	2500	2300	3500
Fosfori (P) a)	mg/l	19	16	39	31	28	5,8
Kalium (K) a)	mg/l	120	120	100	96	120	110
Magnesium (Mg) a)	mg/l	270	290	240	230	200	250
Rikki (S) a)	mg/l	15,8	15,7	13,6	12,5	14,6	27,3
Kupari (Cu) a)	mg/l	5,3	5,5	8,6	7,2	6,9	15
Mangaani (Mn) a)		22	28	34	39	47	46
Sinkki (Zn) a)	mg/l	2,9	2,7	8,0	6,2	6,0	5,1
KVK, kationin vaihto- kapasiteet	cmol+/ kgka	17	17	18	15	15	25
Ca/CEC	%	80	74	79	79	80	71
K/CEC	%	2	2	1	2	2	1
Mg/CEC	%	13	14	11	13	11	9
Na/CEC	%	2	2	1	2	2	1

a) -Merkityt määritykset on tehty ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoitulla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Näytteen numero	22																			
Nimi	Mäkijärvi 2																			
Pintamaan maalaji a)		Hs																		
Multavuus a)		rm																		
Johtoluku	10xmS/cm	0,9																		
Happamuus	pH	6,3																		
Kalsium (Ca) a)	mg/l	2100																		
Fosfori (P) a)	mg/l	28																		
Kalium (K) a)	mg/l	100																		
Magnesium (Mg) a)	mg/l	270																		
Rikki (S) a)	mg/l	8,7																		
Kupari (Cu) a)	mg/l	7,0																		
Mangaani (Mn) a)		78																		
Sinkki (Zn) a)	mg/l	10,2																		
KVK, kationin vaihtokapasiteet	cmol+/kgka	15																		
Ca/CEC	%	67																		
K/CEC	%	2																		
Mg/CEC	%	14																		
Na/CEC	%	2																		

a) -Merkityt määritykset on tehty ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoitulla menetelmällä. Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Kevään 2019 maanäytteet



Tutkimustodistus AR-19-FV-004977-01-fi **Sivu 1/5**
 Päivämäärä 17/05/2019
 Tutkimusno EUFIMI-00033819
 Asiakasno FV0011681

Yrityspalvelut Juho Urkko

Juho Urkko

Paatialantie 18 B
 36420 SAHALAHTI
 FINLAND

s-posti juho.urkko@lantmannen.com

Tutkimuksen yhteyshenkilö : Kyösti Tainen

Näyte otettu 22.4.2019

Saapunut 26.4.2019

Tila
 Kunta

730016845: MTY Hampaalan Tila
 Kangasala

Analyysi		Yksikkö	19-00024369	19-00024370	19-00024371	19-00024372	19-00024373	19-00024374	19-00024375
Numero			1	2	3	4	5	6	7
Peruslohotunnus			7300022865	7300022966	7300023067			7300014579	7300162305
Nimi			Kotovainio	Kulma	Mäkipellot	Laurila 1	Laurila 2	Hampaala 1	Isovainio Etu
Maalaji	FV(a)		He	HsS	Hs	HsS	HsS	HsS	HsS
Multavuus	FV(a)		rm	erm	rm	rm	rm	rm	rm
Johtoluku	FV	10 mS/cm	2,0	1,5	1,5	0,9	1,1	1,3	1,8
pH	FV		7,1	6,2	7,2	6,3	6,7	6,6	7,4
Kalsium (Ca)	FV(a)	mg/l	2800	1900	2400	1600	1800	1900	3100
Fosfori (P)	FV(a)	mg/l	32	6,0	12	28	30	42	56
Kalium (K)	FV(a)	mg/l	180	150	110	170	230	200	210
Magnesium (Mg)	FV(a)	mg/l	270	260	230	250	300	370	260
Rikki (S)	FV(a)	mg/l	14	28	10	10	9,0	9,6	12
Kupari (Cu)	FV(a)	mg/l	6,6	9,8	5,6	5,0	5,2	5,6	7,1
Mangaani (Mn)	FV(a)	mg/l	40	17	42	51	58	51	40
Sinkki (Zn)	FV(a)	mg/l	7,1	2,1	2,4	7,7	6,4	10	7,3
Kationin vaihtokapasiteetti	FV	cmol/kg	18	15	15	13	13	15	19
Ca/ KVK	FV	%	78	63	81	62	69	63	82
K/ KVK	FV	%	3	3	2	3	5	3	3
Mg/ KVK	FV	%	13	14	13	16	19	21	11
Na/ KVK	FV	%	1	2	2	2	2	2	1
Kalkitustarve	FV	tonni/ha	0	0	0	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji	FV		Vapaa- valintainen	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa- valintainen	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa- valintainen

Analyysi		Yksikkö	19-00024376	19-00024377	19-00024378	19-00024379	19-00024380	19-00024381	19-00024382
Numero			8	9	10	11	12	13	14
Peruslohotunnus			7300014781	7300014680	7300014680	7300162305	7300022764	7300022764	7300146743
Nimi			Hampaala 2	Hampaala taka 1	Hampaala taka 2	Isovainio taka 1	Myllyvainio taka	Myllyvainio Etu	Keskiharju Etu
Maalaji	FV(a)		HsS	HsS	HsS	HsS	HsS	HsS	HsS
Multavuus	FV(a)		rm	rm	rm	rm	rm	rm	rm
Johtoluku	FV	10 mS/cm	1,5	1,6	1,6	1,8	1,8	1,5	1,5
pH	FV		6,6	6,9	6,9	7,3	7,2	7,1	6,8
Kalsium (Ca)	FV(a)	mg/l	2000	2300	2300	3200	2900	2400	2300
Fosfori (P)	FV(a)	mg/l	67	74	70	25	36	22	27
Kalium (K)	FV(a)	mg/l	310	280	260	140	140	150	140
Magnesium (Mg)	FV(a)	mg/l	310	330	270	280	300	350	220
Rikki (S)	FV(a)	mg/l	9,5	8,7	8,3	13	12	12	11
Kupari (Cu)	FV(a)	mg/l	4,8	5,0	4,7	5,8	6,5	6,1	6,1
Mangaani (Mn)	FV(a)	mg/l	57	40	48	20	33	31	30
Sinkki (Zn)	FV(a)	mg/l	9,5	10	7,6	3,2	4,7	3,5	4,7
Kationin vaihtokapasiteetti	FV	cmol/kg	15	16	15	19	18	16	15
Ca/ KVK	FV	%	67	72	77	84	81	75	77
K/ KVK	FV	%	5	4	4	2	2	2	2
Mg/ KVK	FV	%	17	17	15	12	14	18	12
Na/ KVK	FV	%	2	2	2	1	1	2	2
Kalkitustarve	FV	tonni/ha	0	0	0	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji	FV		Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa- valintainen	Vapaa- valintainen	Vapaa- valintainen	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa- valintainen

Analyysi	Yksikkö	19-00024383	19-00024384	19-00024385	19-00024386	19-00024387	19-00024388	19-00024389	
Numero		15	16	17	18	19	20	21	
Peruslohkotunnus		7300146743	7300058837				7300146744		
Nimi		Keskiharju Taka	Heino	Bahrend 1	Bahrend 2	Bahrend 3	Korpi	Mäkijärvi 1	
Maalaji	FV(a)	HsS	HsS	HsS	HsS	HsS	Mm	HsS	
Multavuus	FV(a)	rm	rm	rm	rm	rm	-	rm	
Johtoluku	FV	10 mS/cm	1,6	1,5	1,3	1,2	1,4	0,9	
pH	FV	7,2	7,0	6,7	6,8	7,0	6,0	6,6	
Kalsium (Ca)	FV(a)	mg/l	2700	2800	2800	2600	2500	3300	2100
Fosfori (P)	FV(a)	mg/l	31	24	27	23	21	3,7	13
Kalium (K)	FV(a)	mg/l	130	130	100	79	99	110	68
Magnesium (Mg)	FV(a)	mg/l	240	290	200	230	210	240	240
Rikki (S)	FV(a)	mg/l	13	13	13	12	11	30	8,2
Kupari (Cu)	FV(a)	mg/l	5,7	5,7	9,6	7,7	5,7	12	4,9
Mangaani (Mn)	FV(a)	mg/l	25	20	34	21	31	27	62
Sinkki (Zn)	FV(a)	mg/l	3,9	2,7	8,9	5,4	3,8	3,8	3,1
Kationin vaihtokapasiteetti	FV	cmol/kg	17	18	18	17	15	24	14
Ca/ KVK	FV	%	79	78	78	76	83	69	75
K/ KVK	FV	%	2	2	1	1	2	1	1
Mg/ KVK	FV	%	12	13	9	11	12	8	14
Na/ KVK	FV	%	2	1	1	2	2	1	2
Kalkitustarve	FV	tonni/ha	0	0	0	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji	FV		Vapaa-valintainen	Vapaa-valintainen	Mg-pitoiset	Vapaa-valintainen	Vapaa-valintainen	Mg-pitoiset	Vapaa-valintainen

Analyysi	Yksikkö	19-00024390						
Numero		22						
Nimi		Mäkijärvi 2						
Maalaji	FV(a)	HsS						
Multavuus	FV(a)	rm						
Johtoluku	FV	10 mS/cm	0,8					
pH	FV		6,2					
Kalsium (Ca)	FV(a)	mg/l	1800					
Fosfori (P)	FV(a)	mg/l	28					
Kalium (K)	FV(a)	mg/l	110					
Magnesium (Mg)	FV(a)	mg/l	220					
Rikki (S)	FV(a)	mg/l	7,6					
Kupari (Cu)	FV(a)	mg/l	6,5					
Mangaani (Mn)	FV(a)	mg/l	75					
Sinkki (Zn)	FV(a)	mg/l	10					
Kationin vaihtokapasiteetti	FV	cmol/kg	14					
Ca/ KVK	FV	%	64					
K/ KVK	FV	%	2					
Mg/ KVK	FV	%	13					
Na/ KVK	FV	%	2					
Kalkitustarve	FV	tonni/ha	4					
Suosittelava kalkkilaji	FV		Vapaa-valintainen					

Viimeisimmän vesinäytteen tulokset



TESTAUSSELOSTE
20.5.2019

19-10110
#1

Pakkalanjärven Suojeluyhdistys
c/o Seppälä Martti
Kauppilantie 118
36430 SAHALAHTI



Tilausno 362633 (4PAKKALA/Ojavesi), saapunut 15.5.2019, näytteet otettu 15.5.2019 (10:00)
Näytteenottaja: Martti Seppälä

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
31008	Hampaalanoja, Kangasala Pakkala
31009	Loukkaanoja, Kangasala Pakkala

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	31008	31009
*E.coli	MPN/100ml	5	1
*Alustavat suolistop. enterokokit		4	52
*pH		6,9	6,9
*Sähkönjohtavuus	mS/m	30,7	30,9
*Sameus	FNU	1,0	1,4
*Kiintoaine (0,40 µm)	mg/l	1,6	2,1
*Kokonaisfosfori	µg/l	35	20
*Kokonaistyyppi	µg/l	6000	1500
*Liukoinen fosfaattifosfori, (0,40 µm)	µg/l	2	2
*Liukoinen fosfori, (suod. 0,40 µm)	µg/l	22	15

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin
» = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

*-merkintä on akkreditoitu menetelmä.